

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

(D2) 04 787 976 8

PUBLICATION NUMBER : 08200283
PUBLICATION DATE : 06-08-96

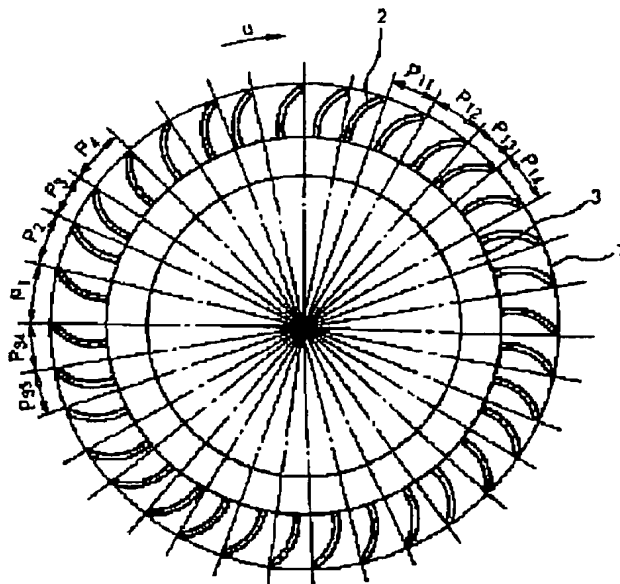
APPLICATION DATE : 30-01-95
APPLICATION NUMBER : 07012721

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : SAOTOME TAKASHI;

INT.CL. : F04D 17/04 F04D 29/30 F24F 1/00

TITLE : CROSS-FLOW FAN AND AIR
CONDITIONER PROVIDED WITH IT



ABSTRACT : PURPOSE: To reduce a rotational sound of low frequency according to rotation by tilting an individual blade at a prescribed angle in the same direction relating to an axial direction parallel line from one end disk leading to the other end disk of a plurality of the support disks, also arranging the blade by a random pitch in the peripheral direction.

CONSTITUTION: A cross-flow fan 1 of an air conditioner has blades 2... which are a single sheet blade inserted through each support disk 3 from one end to the other end of a plurality of the support disks 3 arranged with an almost equal space in an axial direction of the fan. Each blade 2 is uniformly formed with a tilt, so-called skew, of advancing a drive side (motor 5 side) rather than a driven side (shaft 4 side) by a prescribed amount in a rotational direction U. The blade 2 is formed in a sectional shape bent to be tilted forward to a side of the rotational direction U, to arrange the many blades 2 in a peripheral direction aside the periphery of the support disk 3 by random pitches $P_1, P_2, P_3, P_4 \dots P_{34}$. This random degree δ (maximum pitch/minimum pitch) is selected to a prescribed value in a 1.2 to 1.5 range.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(102) 047879168

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-200283

(43) 公開日 平成8年(1996)8月6日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 4 D 17/04		A 7609-3H		
29/30		D		
		F		
F 2 4 F 1/00	3 1 1			

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-12721

(22) 出願日 平成7年(1995)1月30日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 関根 洋治

栃木県下都賀郡大平町大字富田800番地

株式会社日立製作所冷熱事業部栃木本部内

(72) 発明者 小筆 裕二

栃木県下都賀郡大平町大字富田800番地

株式会社日立製作所冷熱事業部栃木本部内

(72) 発明者 早乙女 隆

栃木県下都賀郡大平町大字富田709番地の

2 株式会社日立栃木エレクトロニクス内

(74) 代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

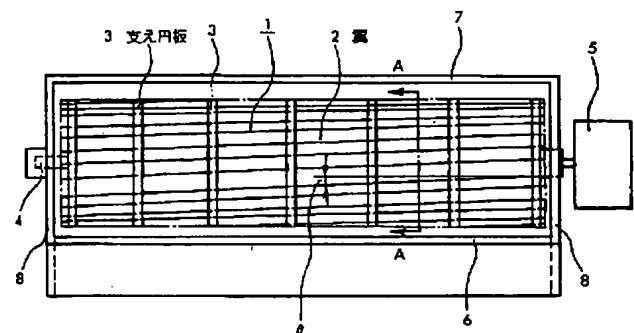
(54) 【発明の名称】 貫流ファンおよびこれを備えた空気調和機

(57) 【要約】

【目的】 翼の支え円板近辺の不連続な流体音を低減し、風量変動を少なくし、羽根車としての回転に伴う低周波数の回転音を低減し、また、翼数に関する回転一次音、二次音を低減し低騒音の貫流ファンを提供する。また、この貫流ファンを用いて、熱交換器の後流に起因する回転二次音を主体に低減して空気調和機の静音化とコンパクト化をはかる。

【構成】 軸方向に所定間隔に並べた複数の支え円板3の外周寄りの周方向に、多数の翼2を配列してなる貫流ファン1において、個々の翼2を、複数の支え円板3の一端の円板から他端の円板に至る軸方向平行線に対して所定角度 θ で同一方向に傾斜させるとともに、その多数の翼2は、周方向にランダムなピッチPで配列したものであり、個々の翼2は、その翼の断面形状における外周側先端を、それより内側の曲率R_aよりわずかに強くした曲率R_bで回転方向に傾けたことを特徴とする。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸方向に所定間隔に並べた複数の支え円板の外周寄りの周方向に、多数の翼を配列してなる貫流ファンにおいて、

前記の個々の翼を、前記複数の支え円板の一端の円板から他端の円板に至る軸方向平行線に対して所定角度で同一方向に傾斜させるとともに、

前記多数の翼は、周方向にランダムなピッチで配列したものであることを特徴とする貫流ファン。

【請求項2】 個々の翼は、その翼の断面形状における外周側先端を、それより内側の曲率よりわずかに強くした曲率で回転方向に傾けたことを特徴とする請求項1記載の貫流ファン。

【請求項3】 軸方向に所定間隔に並べた複数の支え円板の外周寄りの周方向に、多数の翼を配列してなる貫流ファンにおいて、

前記の個々の翼を、前記複数の支え円板の一端の円板から他端の円板に至る軸方向平行線に対して所定角度で同一方向に傾斜させるとともに、

その翼の断面形状における外周側先端を、それより内側の曲率よりわずかに強くした曲率で回転方向に傾けたことを特徴とする貫流ファン。

【請求項4】 軸方向に所定間隔に並べた複数の支え円板の外周寄りの周方向に、多数の翼を配列してなる貫流ファンにおいて、

前記多数の翼は、周方向にランダムなピッチで配列したものであるとともに、

その翼の断面形状における外周側先端を、それより内側の曲率よりわずかに強くした曲率で回転方向に傾けたことを特徴とする貫流ファン。

【請求項5】 支え円板の外周寄りの一面に、周方向に多数の翼を配列してなる一体成形の小羽根車を、軸方向に複数個連結してなる貫流ファンにおいて、

前記多数の翼は、支え円板を介して、その複数の支え円板の一端の円板から他端の円板に至る軸方向平行線に対して、所定角度で直線状ならびに同一方向に傾斜したものであることを特徴とする貫流ファン。

【請求項6】 支え円板の外周寄りの一面に、周方向に多数の翼を配列してなる一体成形の小羽根車を、軸方向に複数個連結してなる貫流ファンにおいて、

各々の小羽根車の多数の翼は、軸方向に対して、所定角度で同一方向に傾斜したものであることを特徴とする貫流ファン。

【請求項7】 多数の翼は、周方向にランダムなピッチで配列したものであることを特徴とする請求項5または6記載のいずれかの貫流ファン。

【請求項8】 多数の翼は、その翼の断面形状における外周側先端を、それより内側の曲率よりわずかに強くした曲率で回転方向に傾けたことを特徴とする請求項5または6記載のいずれかの貫流ファン。

【請求項9】 多数の翼は、周方向にランダムなピッチで配列したものであるとともに、その翼の断面形状における外周側先端を、それより内側の曲率よりわずかに強くした曲率で回転方向に傾けたことを特徴とする請求項5または6記載のいずれかの貫流ファン。

【請求項10】 個々の翼は、羽根車の軸方向に対する傾斜角度 θ を $1 \sim 4.5^\circ$ としたことを特徴とする請求項1, 3, 5, 6記載のいずれかの貫流ファン。

【請求項11】 多数の翼は、周方向のランダム度 δ （最大ピッチ／最小ピッチ）を $1.2 \sim 1.5$ としたことを特徴とする請求項1, 4, 7, 9記載のいずれかの貫流ファン。

【請求項12】 翼は、羽根車の軸方向に対する傾斜角度 θ を $1 \sim 4.5^\circ$ とするとともに、周方向のランダム度 δ （最大ピッチ／最小ピッチ）を $1.2 \sim 1.5$ としたことを特徴とする請求項1ないし9記載のいずれかの貫流ファン。

【請求項13】 請求項1ないし12記載のいずれかの貫流ファンを用い、その貫流ファンの入口開口部側に、少なくとも2個所の曲げ部を有して前記貫流ファンを包囲する断面構成のクロスフィンパイプ形熱交換器を配設し、ケーシングに前記熱交換器に見合う位置に吸込開口部を設けたことを特徴とする空気調和機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、貫流ファンおよびこれを備えた空気調和機に係り、特に、軸方向の翼並び（位相）に起因する羽根車体の回転音と流れによる乱れ音を低下させ、翼ピッチに関係する回転一次音、熱交換器位置に起因する回転二次音を低下させるに好都合で、かつ、騒音レベルも低く聴感のよいものが得られ、空気調和機のコンパクト化あるいは省資源、省エネルギーに貢献する構造の貫流ファンおよびこれを備えた空気調和機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の貫流ファンは、回転音を低減する方法として、例えば、実開平4-79991号公報記載のように、故意に羽根の弦長あるいは羽根ピッチを翼列方向（周方向）にランダムにし、その羽根車を複数個連結した構造が知られていた。また、例えば、実開昭52-132312号公報記載のように、翼を、支え円板の左端から右端に至り一枚翼で、軸方向に対して所定角度傾斜させ、翼列が等ピッチのものが知られていた。そして、翼の断面は翼列の内周側から外周側にかけて同一曲率で回転方向にわん曲するものであった。この種の貫流ファンを用いた空気調和機は、熱交換器の影響で騒音が発生するのを防止するために、熱交換器を貫流ファンからできるだけ遠ざけて配置していた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来技術の前者に

3

において、翼（ブレード）の弦長のランダムなものは、弦長の短い翼の分だけ弦長の長い翼を設けて能力を上げる必要があり、その分だけファン外径が大となる問題があった。

【0004】図11は、従来の貫流ファンの正面図、図12は、図11のB-B矢視断面図、図13は、図11の貫流ファンを備えた従来の空気調和機の縦断面図である。図11に示す貫流ファン31は、円板に垂直に翼32が支持された横幅（軸方向長さ）の小さい小羽根車31aを多数連結することにより一台の送風機を構成しているものである。図12に示すように、翼列方向の羽根ピッチをランダムにしたものは、連結部すなわち支え円板33を境に翼32の位相が急激にずれることとなり小羽根車31aの連結数に関する低周波の回転音が発生する。そして、風の流れに関しても、連結部を中心に左右の速度差により干渉を生じて流体力が大きくなり風量も減少するという問題があった。

【0005】また、翼列方向のピッチ P_{01} 、 P_{02} 、…のランダム化は多数の組合せが考えられ、ランダム度（ここでは、最大ピッチ／最小ピッチの比をいうことにする）によっては、回転音が意図に反して高くなってしまいうという問題があることについて認識が不足していた。これに加えて、吸込側に能力の小さい翼32（弦の小さいあるいはピッチの狭い部分）がきて、同時に吐出側にも能力の小さい翼32がきた場合には風量が減少し、これと反対の場合には風量が増加する。したがって、通風量の変動や振動の発生を招き、これと同時に羽根車体の振動数（あるいは回転数）に合う整数倍の回転音を生ずる問題があった。

【0006】上記従来技術の後者の貫流送風機は、支え円板の左端から右端に至り一枚翼のものであるが、同一翼に対しては軸方向の位相のずれ（階段状で一般に小羽根車ひとつおきに同位相となる）があっても、翼列が等ピッチで翼間寸法が全て同じであるために、翼と固定ケーシングとの干渉や翼間の流れ形態が同じことから、翼数に起因する回転一次音の発生を十分に無くすることができないという問題があった。

【0007】また、以上の前者、後者の翼32は翼列の内周側から外周側にかけて、ふくらみ側、へこみ側ともに各々円曲率にして、内周側と外周側が対称形状のほぼ三日月形にした樹脂製のものや、あるいは同一厚みの金属板を同心曲率で回転方向にわん曲したものであった。そのため、図13に示すように、空気調和機をコンパクトにするために、熱交換器33を貫流ファン31に接近して配置しようとする、翼端は風の流入に敏感に影響し、熱交換器33のフィン33aとパイプ33b近辺の流速分布の違いにより、回転移動する翼32への流入状況の変動が激しくなり、翼32部から回転二次音が発生するという問題があり、従来技術は、これを防止するための配慮が不足していた。

4

【0008】本発明は、上記従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、その第一の目的は、翼の支え円板近辺の不連続な流体音を低減し、風量変動を少なくし、羽根車としての回転に伴う低周波数の回転音を低減し、また、これにより周波数の高い翼数に関する回転一次音を主体に低減し、付随して翼数に関する回転二次音を低減し、聴感のよい低騒音の貫流ファンを提供することにある。また、本発明の第二の目的は、上記貫流ファンを用いることにより、熱交換器の後流に発生する回転二次音を主体に低減して製品の低騒音化とコンパクト化をはかり、それにより、省資源化あるいは省エネルギー化にも貢献できる空気調和機を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記第一の目的を達成するために、本発明の貫流ファンに係る第一の発明の構成は、軸方向に所定間隔に並べた複数の支え円板の外周寄りの周方向に、多数の翼を配列してなる貫流ファンにおいて、前記の個々の翼を、前記複数の支え円板の一端の円板から他端の円板に至る軸方向平行線に対して所定角度で同一方向に傾斜させるとともに、前記多数の翼は、周方向にランダムなピッチで配列したものである。より詳しくは、個々の翼は、その翼の断面形状における外周側先端を、それより内側の曲率よりわずかに強くした曲率で回転方向に傾けたものである。

【0010】また、上記第一の目的を達成するために、本発明の貫流ファンに係る第二の発明の構成は、支え円板の外周寄りの一面に、周方向に多数の翼を配列してなる一体成形の小羽根車を、軸方向に複数個連結してなる貫流ファンにおいて、前記多数の翼は、支え円板を介して、その複数の支え円板の一端の円板から他端の円板に至る軸方向平行線に対して、所定角度で直線状ならびに同一方向に傾斜したものである。そして、多数の翼は、周方向にランダムなピッチで配列したものであり、多数の翼は、その翼の断面形状における外周側先端を、それより内側の曲率よりわずかに強くした曲率で回転方向に傾けたものである。

【0011】翼の軸方向平行線に対する傾斜は、羽根車を複数個連結する構成であっても個々の羽根車について行なうことにより達成できる。前記第一、第二の発明において、軸方向平行線に対する翼の傾斜角度（スキュー角度）を $1^{\circ} \sim 4.5^{\circ}$ 傾け、翼の周方向の配列は、ランダム度（最大ピッチ／最小ピッチ）を $1.2 \sim 1.5$ に設定することにより効果高く達成できる。

【0012】上記貫流ファンは支え円板に翼の挿入作業終了後に羽根車を捻じり、翼を支え円板のカシメあるいは溶着等により固定することにより容易に製作できる。あるいは、樹脂製の複数個連結形のファンの場合は、翼間成型をわずかの回転スライド式にすることにより容易に製作できる。

【0013】また、上記第二の目的を達成するために、本発明に係る空気調和機の構成は、上記のいずれかの貫流ファンを用い、その貫流ファンの入口開口部側に、少なくとも2箇所の曲げ部を有して前記貫流ファンを包囲する断面構成のクロスフィンパイプ形熱交換器を配設し、ケーシングに前記熱交換器に見合う位置に吸込開口部を設けたものである。

【0014】

【作用】上記各技術的手段の働きは下記の通りである。すなわち、翼を、支え円板の左端から右端に至り一枚翼にて軸方向平行線に対して所定角度傾斜させることにより、また、羽根車の複数個連結形の場合には各羽根車毎に翼を所定角度傾斜させて支え円板を経て直線状に並べることにより、支え円板部毎の階段状の翼の位相ずれは皆無となり、滑らかな回転が得られる。したがって、支え円板を境にした流速変化および乱れの少ないスムーズな流れが得られるほか、羽根車体としての回転に伴う低周波数の振動（毎秒回転数およびその整数倍周波数）および、その回転音を無くすることができる。

【0015】また、翼の周方向の配列（羽根ピッチ）をランダムに配置することにより、翼移動の周期性を無くし翼数に関係する周波数の高い回転音を分散させることができるとともに、翼間寸法の違いにより流体音の発生周波数が分散して聴き易くなり、騒音のレベルも低くすることができる。さらに、翼断面の先端（翼列外周側）のわずかを、それより内側の曲率よりわずかに強くした曲率で回転方向に傾けた構成とすることにより、前ケーシングの流入端部からの翼に急激な入り込み開始を柔らげ、回転一次音を主に、付随して回転二次音の発生をも少なくし、同時に翼の強度を向上させる。

【0016】本発明の貫流ファンを用いた空気調和機は、上記作用に加え、貫流ファンに近接して配置した熱交換器の後流の不均一な速度分布に対して、翼部通過時の流入変化を少なくして、特に、翼と熱交換器との干渉による回転二次音を低減させることができる。したがって、騒音の聴感を良くし、騒音レベル（オーバーオール値）を低減できる。空気調和機構造としては、熱交換器が貫流ファンを包囲するように近接して配置されてコンパクトに構成できるほかに、大きな伝熱面積を持たせることができるので、熱交換能力を向上させ、その分を省

【0017】

【実施例】以下、本発明の各実施例を図1ないし図10を参照して具体的に説明する。

【実施例 1-1】まず、図1は、第一の発明の一実施例に係る貫流ファンの正面図、図2は、図1の羽根車のA-A矢視断面図、図3は、図1および後述する図4、6に示す貫流ファンを備えた空気調和機の縦断面図である。

【0018】図1、2に示す翼2は、貫流ファン1の軸

方向にほぼ等間隔に並べた複数個の支え円板3の一端から他端、すなわち図1に向かって左端から右端に至り各支え円板3を一枚翼にて貫通するものである。各翼2は一樣に、被駆動側（軸4側）よりも駆動側（モータ5側）を所定の量で回転方向U進ませた傾斜、いわゆる、スキューを形成している。その翼2の断面は、同一厚みの素材を、矢印に示す回転方向U側に一円弧に塑性加工してわん曲前傾させてある。上記所定の傾斜角度の量は、軸方向に平行線を想定して該平行線に対する翼の傾斜角度 θ を、展開図で $1^{\circ} \sim 4.5^{\circ}$ （軸方向平行線を底辺とし、軸方向最端の外周上に沿ってずれる平面展開距離との \tan 角の範囲で所定値に選定し、この種ファンでは約1.5ピッチ分～約6.0ピッチ分に相当する）としたものである。

【0019】また、翼2は支え円板3の外周寄り周方向にランダムなピッチ $P_1, P_2, P_3, P_4, \dots, P_{34}$ で多数配置し、そのランダム度 δ （最大ピッチ/最小ピッチ）を1.2～1.5の範囲にて所定値に選定し、ピッチの並び順が同一になる部分ができるだけ無いようにしてある。6は前ケーシングであって、図3に示すように貫流ファン1からわずかに離れ、周囲を約10%包囲して、回転方向Uに遅れる端を入口用の前縁6aとなし、貫流ファン1の軸方向外周と狭い平行な距離をなして、他方の回転方向Uに早い端を出口用の舌部6bとし、貫流ファン1との距離を上記前縁6aよりも大にしている。そしてその裏側を第一の露受皿6cとして兼ねている。

【0020】また、7は後ケーシングであって、上記前縁6aから約 180° ずれた位置を巻き始点7aとして貫流ファン1からわずかに離れ、貫流ファン1の周囲を回転方向Uにそって次第に遠ざかり約 90° 余巻いて巻き終端7bを形成している。前記前縁6aと巻き始点7aとの間を入口開口部9、舌部6bと巻き終端7bとの間を出口開口部10としている。前ケーシング6は入口開口部9と出口開口部10の圧力仕切作用をなし、後ケーシング7は流れを外部空気から隔離して送風の効率を高め、流れの方向の案内の役目も果たすものである。

【0021】11は、流れが翼部を貫通することにより生じる内部渦、12は、前縁6aの後流にできる自由渦、13はクロスフィンパイプ形の熱交換器であって、入口開口部9にて、その断面を三個所曲げにして貫流ファン1を包囲するように近接して配設してある。16は外箱、16aは前面、上面、上後面の吸込開口部であって、熱交換器13の前面に見合う位置に設けてある。17は冷媒輸送用の配管、18は据付の係合部、19は据付板、20は第二露受皿である。

【0022】上記のように構成した貫流ファン1は、ケーシング6、7の間で回転させることにより、遠心力によって前ケーシング6寄りの羽根車内に内部渦11を発生させ、風は通風路の幅の広い入口開口部9から吸い込

まれ、羽根車内を貫通して内部渦11を中心に約90°以上偏向して通風路の幅の狭い出口開口部10から吐出される。

【0023】ここで、翼2が前ケーシング6寄りを移動する場合、前ケーシング6と翼2の間の流速は入口開口部9に向かって翼2より速く移動し、翼間においては流れが停滞して翼2との相対速度は零に等しい状況で進み、翼2が前縁6aにきた途端に翼間から急激に羽根車内に流入する。従来は、この流れ変化と同時に生じる前縁6aからの急激な流入、および前縁6aから発生する自由渦12が翼2へ流入する際に翼2と干渉し、回転一次音および高周波の乱れ音を生じていた。

【0024】しかし、本貫流ファンの構成は、翼2が支え円板3の左端から右端に至り、全数翼を軸方向平行線に対して所定角度同一方向に傾斜させてあるので、前記前縁6aに対する翼位相のずれは左端から右端に至り、段差なく少しずつ連続的に行なわれることになり、また、支え円板3を境にした左右で翼2に位相差が無くなる。したがって、左右の速度がほぼ同一になって干渉が無くなり、全幅にわたり翼2への流入を滑らかにできる。このため、回転一次音の低減はもとより、流れの変動が少なくなり、羽根車体としての回転の低周波の振動（一秒間あたりの回転数の整数倍の周波数）および従来干渉により生じていた高周波の流体騒音（一次回転音より高い周波数）も低減することができる。

【0025】実際に、冷却能力2.5kWの図3に示すような、クロスフィンパイプ形の熱交換器13を、その断面を三個所で曲げた形にして伝熱面積を稼ぐ構成にして、貫流ファン1を包囲するようにコンパクトに配設した空気調和機試作品を用いて、外径90mm、軸方向長さ634mm、翼数34枚、等ピッチ翼、断面二重円弧翼の樹脂製貫流ファン1を組み込み、毎分1242回転で運転し、それを10Hzピッチで騒音分析を行なった。

【0026】図7は、図1の実施例の貫流ファン1の、翼2に連続スキューをしたものの効果を示す騒音分析結果の線図である。図7は、横軸に周波数(Hz)、縦軸に音圧レベル(dB)をとり、本実施例の連続スキューファンのデータを破線、従来の階段状位相ファンのデータを実線で示したものである。

【0027】図7に示すように、支え円板毎に翼32の半ピッチずつの階段状位相のある従来の樹脂製の複数個連結形ファン（図11参照）と比較して、本実施例の翼2の連続した傾斜角度 θ が2.6°のものでは、羽根車体としての毎秒回転数Nに関する整数倍の低周波1N(20.7Hz)~20N(414Hz)の回転音が3dB~9dB低減でき、回転一次音1NZ(704Hz)についても30dBあったものが24dBまで6dB低減でき、騒音のオーバーオール値では42dBであったものが41dBになり1dB低減できた。また、風

量を4%増加させる効果を確認できた。同一風量で実質の効果と比較するとオーバーオール値で2dBの低減ができたことになる。

【0028】また、図示は省略したが、傾斜角度 θ が1°未満のものでは効果を確認できず、傾斜角度 θ が4.5°を越えると翼の塑性加工に無理な歪み箇所（例えば翼の断面傾きの過不足箇所）および支え円板を除いた箇所に外径が小になる部分ができ、回転一次音1NZが高くなるに加え風量が少なくなることがわかった。

10 【0029】また、本発明では翼2の周方向の配列は、ランダム度 δ （最大ピッチ/最小ピッチ）を1.2~1.5の範囲にて所定ピッチに配列したことに特徴があるので、前ケーシング6の前縁6aに対して翼2の通過に周期性を無くして、翼数に関する回転一次音1NZを低減できるとともに翼ピッチ $P_1, P_2, P_3, P_4, \dots, P_{34}$ の寸法が各々異なり分散しているので、流体音を広い周波数帯域に分散し、音圧レベルも低く聴き易い騒音にできる。

20 【0030】実験によれば、前述と同様に図3の空気調和機試作品を用いて、外径90mm、軸方向長さ634mm、翼数34枚、翼15の傾斜角度 θ が2.6°、断面二重円弧翼の樹脂製貫流ファンを組み込み、毎分1242回転で行ない、それを10Hzピッチで騒音分析を行なった。その結果、翼配列のランダム度 δ が1.43のものが最も優れていた。図8は、図1の実施例の貫流ファンの、二重円弧の翼でランダムピッチにしたものの効果を示す騒音分析結果の線図である。図8は、横軸に周波数(Hz)、縦軸に音圧レベル(dB)をとり、ランダムピッチ翼ファンのデータを実線、等ピッチ翼ファンのデータを破線で示したものである。

30 【0031】図8に実線で示すように、翼数に関する回転一次音1NZは翼配列が等ピッチであるものが24dBあったのに対し19dBと5dB低減し、一次音の低下に付随して、回転二次音2NZは26dBから20dBに6dBの低減が得られた。騒音のオーバーオール値では41dBであったものを39.5dBになり、風量はほとんど変わらず、その変動も少なくなり、1.5dBの低減効果を確認できた。この場合、ランダム化により翼間に狭い部分ができる影響で900Hz以上の高周波の流体音が少し高くなったが、実際の聴感によれば、むしろ残った回転音二次音2NZを目立たなくする効果を生むことを確認できた。

40 【0032】また、図示は省略したが、ランダム度 δ が1.2未満である場合には、回転音低減の効果は翼配列が等ピッチであるものに比較し、騒音のオーバーオール値で0.5dB未満の効果である。ランダム度 δ が1.5を越えると、羽根車体としての、低周波の回転一次音1NZが生じはじめ、熱交換器後流の影響も受けて二次音2NZも出てくる。一方、翼間に狭い部分ができるため二次音2NZ近辺からそれより高い周波数の音を発

し、また、翼間の広い部分の影響で羽根車体自身に低周波数の振動を発生するようになり、翼配列が等ピッチであるものに比較し、騒音のオーバーオール値は高くなってしまふことを確認した。なお、最も優れていたランダム度 δ が1.43においても、まだ回転二次音2NZがピークとしてスペクトルに残るが、これは熱交換器13からの流れに影響されているものであるが、引き続き述べる翼形状により解決し得るものである。

【0033】〔実施例 1-2〕図4は、第一の発明の他の実施例に係る貫流ファンの翼の拡大断面図、図5 (a) は、図4の翼への通風抵抗の小なる部分における流入状況を説明する速度三角形、図5 (b) は、図4の翼への通風抵抗の大なる部分における流入状況を説明する速度三角形、図9は、図4の実施例の貫流ファンの、翼先端曲げ増しを加えた効果を示す騒音分析結果の線図である。

【0034】図4は、図1に示した貫流ファンの翼先端に改良を加えた実施例である。破線は従来形状を示し、実線は本実施例の形状を示すものである。図4に示す翼14は、アルミあるいは鋼板を素材にして断面を同一厚にした例であって、曲率に沿った翼長の約10%にあたる外周側先端を、それより内側の大部分の曲率 R_a よりわずかに回転方向に強くした曲率 R_b を有するもので、羽根車の中心Oを通り翼14の先端厚中点Pを結ぶ中心線OPの接線と翼14の先端厚中点Pの接線のなす角、すなわち、外周側入口角 B_{b1} を従来の B_{a1} より約10°あまり小さくしているものである。

【0035】続いて、図4に示す翼形状について、先端を曲げた効用を図5 (a)、(b)に示す速度三角形により説明する。図5 (a)において、 U_1 は翼14の周速度、 V_1 は通風抵抗が小で風の流入の速い部分の流入絶対速度、 W_1 は風と翼の相対速度であって U_1 と V_1 のベクトル和、 α_1 は流入の速い部分の流入角であって W_1 と U_1 とのなす角である。また、図5 (b)において、 $U_2 (=U_1)$ は翼14の周速度、 V_2 は通風抵抗が大で風の流入の遅い部分の流入絶対速度、 W_2 は風と翼の相対速度であって U_2 と V_2 のベクトル和、 α_2 は風の流入の遅い部分の流入角であって W_2 と U_2 とのなす角である。

【0036】風の流入の速い部分とは、図3に示した熱交換器13側（入口開口部9）において、フィン13aを主とする後流にて図5 (a)の速度三角形のように、翼14の入口角 B_{b1} に対して風の流入角 α_1 を従来の B_{a1} よりも δB_{a1} だけ大きくして入りにくくし、流入量を少なくさせる働きをする。風の流入の遅い部分とは、熱交換器のパイプ13bを主とする後流にて、図5 (b)の速度三角形のように、翼14の入口角 B_{b1} に対して風の流入角 α_2 を従来の B_{a1} よりも δB_{a2} 小さくして入口角 B_{b1} に近づけて入り易くし、流入量を多くさせる働きをする。

【0037】すなわち、翼先端の部分的な前傾化は、図3に示す熱交換器13のフィン13aを主とする後流速度 a とパイプ13bを主とする後流速度 b とを平均化し、翼14に対する流入量を平均化して翼通過時の圧力変動および乱れ変動を少なくし、それにより、特に熱交換器13の近接配置による干渉の回転二次音2NZの発生を少なくする。また、平均化により回転音二次音2NZのほかに広い周波数帯域の翼部の流体音を低減する効果を得ることができる。また、前ケーシングの前縁6a部から発生する自由渦12および急激な流れ込みによる翼14への干渉に対しても、上記熱交換器後流の場合と同様な作用が得られ、回転一次音1NZの発生を少なくする効果を得ることができる。また、翼14の部分的な前傾増しは、翼はもとより羽根車としての強度を向上できる。

【0038】図4に示す実施例の翼形状のものについて、前述と同様に、外径90mm、軸方向長さ634mm、翼数34枚、翼14の傾斜角度 θ が2.6°、ランダム度 δ が1.43で、断面二重円弧を主とする外周側翼先端を13°増しに前傾（前歴の26から13°に）させた樹脂製貫流ファンを組み込み、毎分1242回転で行ない、それを10Hzピッチで騒音分析を行なった。図9は、横軸に周波数(Hz)、縦軸に音圧レベル(dB)をとり、等曲率翼ファンのデータを実線、先端曲げファンのデータを破線で示したものである。

【0039】その結果、図9中に破線で示すように、特に、回転二次音2NZのピークが、通常の等曲率翼の先の実施例のファンが20dBあったのに対して、翼先端曲げのファンは15dBと5dB低減できて、スペクトル上では周辺音との差がほとんど無くピークが無くなった。また、回転二次音2NZの低下に付随して回転一次音1NZも2dB低下した。騒音のオーバーオール値では39.5dBであったものが37.5dBになり、2dBの低減効果と聴感の良好なることを確認できた。なお、翼の前傾により、風量は同一回転数で3%少なくなり、しかし、回転音2NZ、1NZ以外の広い周波数帯域にわたり流体音も低下して、同一風量で実質の効果を比較するとオーバーオール値で1.2dBの低減効果を得たことになる。

【0040】〔実施例 1-3〕図6は、第一の発明のさらに他の実施例に係る貫流ファンの翼の拡大断面図である。図6は、図1に示した貫流ファンの翼形状、翼先端に改良を加えた実施例である。破線は従来形状を示し、実線は本実施例の形状を示すものである。図6に示す翼15は、樹脂成型品でよく用いられる断面がほぼ三日月形のものであり、図4の例と同様に、先端を曲率 R_b に曲げて外周側入口角を従来の B_{a1} より約10°あまり小さくして B_{b1} にしたものである。

【0041】図6に示すような断面がほぼ三日月形のものについても、翼先端を部分的にキャンバーラインに沿

って曲率 Rb で余分に曲げた翼 15 とすることにより図 4 の例と同様な効果を得ることができる。

【0042】〔実施例 2〕図 10 は、第二の発明の一実施例に係る貫流ファンの正面図である。図 10 に示す貫流ファン 21 は、支え円板 23 の外周寄りの一面に翼 22 を周方向に多数配列してなる樹脂製の小羽根車 21a について、軸方向側で開口する側の翼 22 の先端を他の小羽根車 21a の支え円板 23 の背面溝に挿入し、超音波振動により溶着して複数個連結して横長な箆状羽根車としたものである。ここで、個々の小羽根車 21a の翼 22 は軸方向平行線に対して所定の傾斜角度 θ を有しており、翼 22 が支え円板 23 を経て左端の支え円板 23 から右端の支え円板 23 に至り軸方向平行線に対して所定の傾斜角度 θ で直線状で各翼が同一方向に向いているものである。

【0043】本実施例においては、特に成形が小羽根車 21a 単位で行なえるので、小さな成型型で済む。翼 22 の傾斜成形に対しては、翼 22 間側に入る型を若干回転しつつ出し入れすることにより行なえるので、容易に成形できる利点がある。また、性能的にも、前記実施例と同じく回転音および流体音の低減に効果が得られる。また、翼について、翼列のランダム化、外周側先端の部分前傾曲げにより二次回転音の低減を含めて第一の発明の実施例と同様の効果を高めることができる。

【0044】なお、図 10 に示す実施例では、支え円板 23 を経て翼 22 が直線状に並ぶ構成としたが、支え円板を境に翼の位相をずらして連結しても、従来の軸方向に平行な翼の階段状位相ずれの連結品に比較して、本実施例ではあらかじめ翼 22 自身に傾斜を有しているために、羽根車全体において流れの相を分散する形態になっている分、支え円板周りの悪影響を少なくし、流れのスムーズ化と、羽根車体としての回転に伴う低周波の振動およびその回転音を低減することができる。

【0045】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、翼の支え円板近辺の不連続な流体音を低減し、風量変動を少なくし、羽根車としての回転に伴う低周波数の回転音を低減し、また、これにより周波数の高い翼数

に関する回転一次音を主体に低減し、付随して翼数に関する回転二次音を低減し、聴感のよい低騒音の貫流ファンを提供することができる。また、本発明によれば、上記貫流ファンを用いることにより、熱交換器の後流に発生する回転二次音を主体に低減して製品の低騒音化とコンパクト化をはかり、それにより、省資源化あるいは省エネルギー化にも貢献できる空気調和機を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第一の発明の一実施例に係る貫流ファンの正面図である。

【図 2】図 1 の羽根車の A-A 矢視断面図である。

【図 3】図 1, 4, 6 に示す貫流ファンを備えた空気調和機の縦断面図である。

【図 4】第一の発明の他の実施例に係る貫流ファンの翼の拡大断面図である。

【図 5】図 4 の翼への流入状況を説明する速度三角形の図である。

【図 6】第一の発明のさらに他の実施例に係る貫流ファンの翼の拡大断面図である。

【図 7】図 1 の実施例の貫流ファンの、翼に連続スキューをしたものの効果を示す騒音分析結果の線図である。

【図 8】図 1 の実施例の貫流ファンの、二重円弧の翼でランダムピッチにしたものの効果を示す騒音分析結果の線図である。

【図 9】図 4 の実施例の貫流ファンの、翼先端曲げ増しを加えた効果を示す騒音分析結果の線図である。

【図 10】第二の発明の一実施例に係る貫流ファンの正面図である。

【図 11】従来の貫流ファンの正面図である。

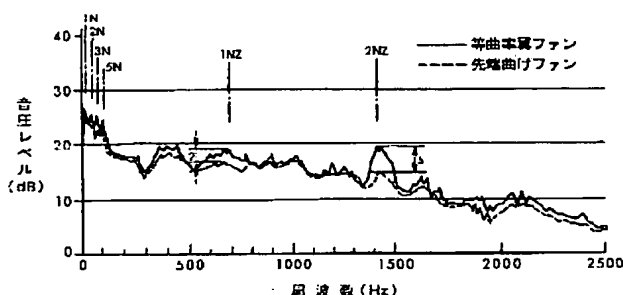
【図 12】図 11 の B-B 矢視断面図である。

【図 13】図 11 の貫流ファンを備えた従来の空気調和機の縦断面図である。

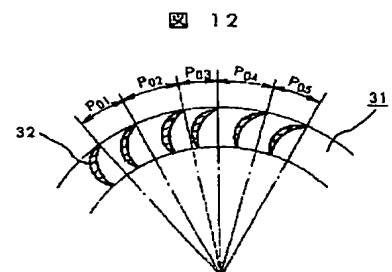
【符号の説明】

1…貫流ファン、2…翼、3…支え円板、4…軸、6…前ケーシング、7…後ケーシング、9…入口開口部、10…出口開口部、13…熱交換器、13a…フィン部、13b…パイプ部、14、15…翼。

【図 9】

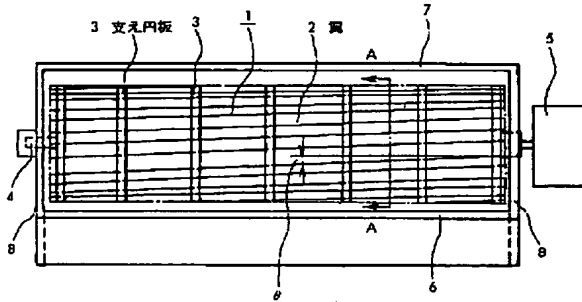


【図 12】



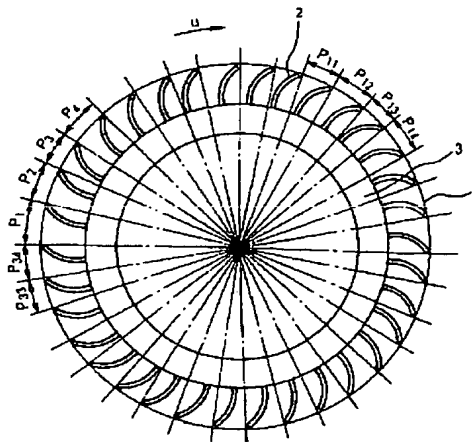
【図1】

図 1



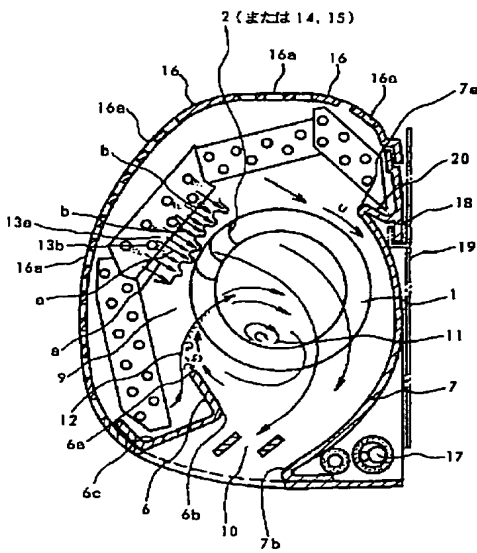
【図2】

図 2



【図3】

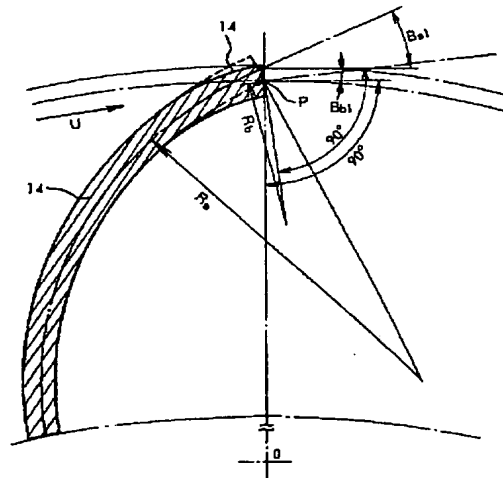
図 3



1…直流ファン 6…前ケーシング 7…後ケーシング 9…入口開口部 10…出口開口部 13…熱交換器

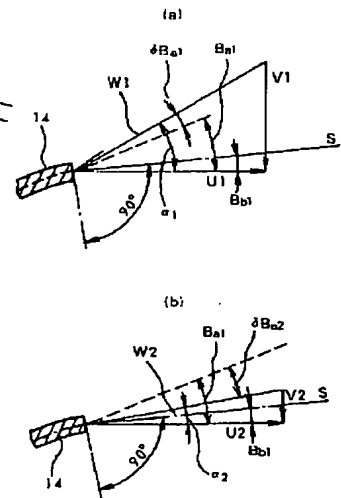
【図4】

図 4

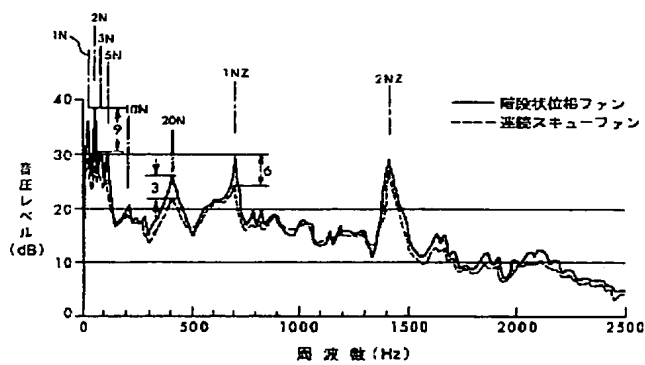


【図5】

図 5

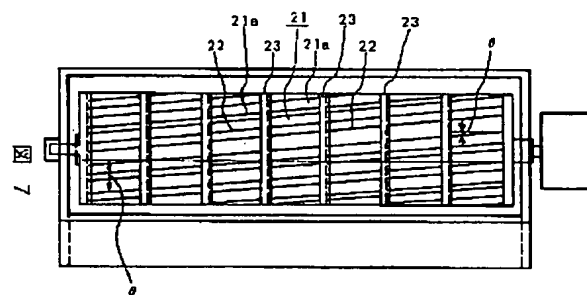


【図7】

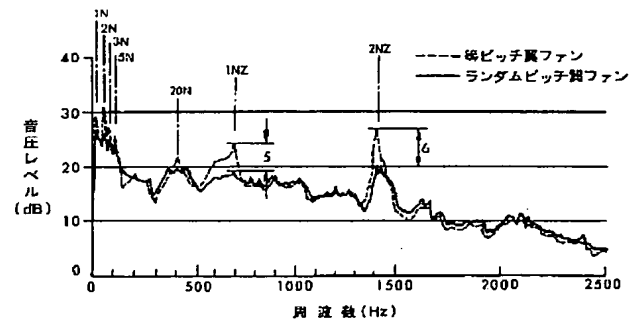


【図10】

図 10



【图8】



【图 1 3】

